Aus der Chirurgischen Klinik der Königl. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
Direktor: Obermedizinalrat Prof. Dr. Röder.

Untersuchung

über die

Wirkung des Ligaturfadens an den Arterien der Pferde.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde

der

durch die ordentlichen Professoren der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten Medizinischen Fakultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt von

Paul Uhlmann
Tierarzt aus Cranzahl im Erzgebirge.

Mit vier Abbildungen.

Dresden 1910.
Buchdruckerei S. O. Heineck Nachf.
Robert Möchel.

Aus der Chirurgischen Klinik der Königl. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden.
Direktor: Obermedizinalrat Prof. Dr. Röder.

Untersuchung

über die

Wirkung des Ligaturfadens an den Arterien der Pferde.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde

der

durch die ordentlichen Professoren
der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten
Medizinischen Fakultät

der

Universität Leipzig

vorgelegt von

Paul Uhlmann
Tierarzt aus Cranzahl im Erzgebirge.

Mit vier Abbildungen.

Dresden 1910.
Buchdruckerei S. O. Heineck Nachf.
Robert Möchel.

Gedruckt mit Genehmigung der durch die ordentlichen Professoren der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden verstärkten Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig. 21. Februar 1910.

Referent: Herr **Obermedizinalrat Prof. Dr. Röder.**

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 5
Geschichtliches 7
Literatur 9
Anatomie und Histologie der Arterien 14
Methodik 16
Mikroskopische Technik 19
Eigene Untersuchungsergebnisse 21
Betrachtung des Gesamtbefundes 29
Zusammenfassung 32
Erklärung der Abbildungen 35

Einleitung.

Das sicherste und auch für die Arterien des allergrößten Lumens vollkommen ausreichende Mittel der Blutstillung ist die Unterbindung des blutenden Gefäßes, indem dasselbe von einem Faden umschnürt unmittelbar durch den Druck desselben geschlossen wird. Der Gedanke, auf diese Weise der Blutung Herr zu werden, liegt so nahe, daß es unbegreiflich ist, wie die Übung dieses Verfahrens Jahrhunderte lang fast verloren gehen konnte. Es ist aber nicht dem geringsten Zweifel zu unterwerfen, daß die Alten sich der Ligatur schon in ausgedehnter Weise bedient haben.

Man unterscheidet die unmittelbare Ligatur, d. h. die Unterbindung des blutenden Gefäßes an seiner Mündung, und die mittelbare Unterbindung oder die Unterbindung in der Kontinuität, wobei man mehr oder weniger weit von der blutenden Stelle das Gefäß aufsucht und zu verschließen trachtet. Es wird ferner bald nur das Gefäß allein gefaßt, **isolierte Unterbindung,** und mit einem Faden umgeben, oder man legt den Faden, ohne das Gefäß zu isolieren, um die ganze blutende Masse, **Umstechung, Ligature en masse.**

Über die histologischen Veränderungen, die bei den Unterbindungen der Arterien durch den Druck des Fadens an der Gefäßwand hervorgerufen werden, ist man in der Humanchirurgie fast allgemein der Ansicht, daß die Adventitia, die äußere Haut, dem Unterbindungsfaden allein Widerstand leistet, während die Media und die Intima, die beiden inneren Häute, durchschnitten werden. Es ist anzunehmen, daß dies für die Arterien des Menschen zutrifft. Über die Wirkung des einschnürenden Fadens an den Arterien der Tiere jedoch liegen genauere diesbezügliche Beobachtungen nicht vor. Auf Anregung und mit der freundlichen

Unterstützung des Direktors der chirurgischen Klinik der Königl. Tierärztlichen Hochschule zu Dresden, des Herrn Obermedizinalrat Prof. Dr. Röder, unternahm ich es deshalb, dahingehende Versuche anzustellen. Für die liebenswürdige Überlassung des Themas, zu dessen Bearbeitung mir die Operationshalle, sowie alle Hilfsmittel der chirurgischen Klinik zur Verfügung standen, erlaube ich mir auch an dieser Stelle Herrn Obermedizinalrat Prof. Dr. Röder meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Geschichtliches.

Die Unterbindung der Arterien bei Blutungen ist ein verhältnismäßig junger Teil der Chirurgie, obwohl die Chirurgie nächst der Geburtshilfe den ältesten Teil der Medizin darstellt. So war dem griechischen Arzte Hippokrates, dessen Buch „Von den Kopfwunden“ durchaus das Werk eines Meisters ist, die Unterbindung unbekannt, ebenso seinen Nachfolgern, den Hippokratikern. Die häufige Anwendung der Trepanation, die Operation des Empyems, die Paracentese, die genaue Symptomatologie der Harnsteine, die Behandlung der Mastdarmfisteln durch den Schnitt und die Unterbindung bezeugen nicht minder die Einsicht als die Kühnheit jener Ärzte. Dagegen stellte sich den Hippokratikern in der Lehre von den Blutungen die Lückenhaftigkeit ihrer anatomischen und physiologischen Kenntnisse als ein sehr großes Hindernis entgegen. Sie begegnen der Blutung durch die Kälte, die Kompression, die Konstriktion, durch Styptica, aber der Unterbindung geschieht keine Erwähnung. Aus diesem Grunde ist die Absetzung der großen Gliedmaßen so gut wie unbekannt.

Aus dem verfallenden Griechenland durch die siegreichen Römer nach Italien verpflanzt, ist hier die Heilkunde bis auf Celsus (z. Zeit des Augustus und Tiberius) in tiefes Dunkel gehüllt. Erst in dem Werke des Celsus „de medicina“ finden sich unter anderen bedeutenden chirurgischen Bemerkungen zuerst auch solche über die doppelte Unterbindung und Durchschneidung blutender Gefäße: „Wenn ein Gefäß angeschnitten, so solle man es vollends durchschneiden und die beiden Enden jedes für sich unterbinden.“ Ebenso unterbindet der 100 Jahre später lebende Arzt Galen bereits die Temporalarterie; auch Archigenes von Apamea (Ende des 1. Jahrhunderts), der bedeutendste Wundarzt der vor-Galen'schen Periode, gibt Indikationen der bei Ampu-

tationen angewendeten Unterbindung der großen Gefäße. Obgleich also feststeht, daß den alten Wundärzten die Unterbindung der Gefäße bekannt war, daß sie dieselbe bei Blutungen aus großen Gefäßen anwendeten, so scheint es doch, daß der Gebrauch der Ligatur durch den Mangel der angiologischen Kentnisse und unklare Vorstellungen über den Kreislauf des Blutes beschränkt blieb oder doch nicht in seinem vollen Umfange zum Gemeingut der Ärzte wurde.

Die Chirurgie des Mittelalters wurde in der Hauptsache von Geistlichen niederen und höheren Grades, selbst von Bischöfen, mit Eifer gepflegt, aber ihre Ausübung wurde dem Klerus teils direkt verboten, teils widerstrebte sie den Obliegenheiten des geistlichen Standes. So kommt es, daß die Ligatur der Gefäße Jahrhunderte lang fast verloren gehen konnte, und daß jene barbarischen Blutstillungsmethoden, wie das Brennen der Amputationsstümpfe, das Operieren mit glühenden Messern, das Hineinstecken des Stumpfes in siedendes Pech, Öl, Terpentin, Blei in den allgemeinen Gebrauch gelangten. Die italienischen Ärzte indeß scheinen, wie so manche andere Praxis, die Ligatur nie völlig vernachlässigt zu haben, und in der Schule von Salerno wurde dieselbe noch spät geübt. Damit wird das Verdienst des Ambroise Paré (1517—1590), den man gewöhnlich als den Erfinder der Ligatur nennt, nicht beeinträchtigt. Es ist eines der wichtigsten Verdienste Paré's, daß er der Ligatur der Gefäße die ihr gebührende Herrschaft unter den Methoden der Blutstillung wieder verschaffte und dadurch die Anwendung der Amputation und ähnlicher Operationen beträchtlich ausdehnte. Seit Paré, kann man wohl sagen, daß die Ligatur der Blutgefäße zwecks Blutstillung eine von wissenschaftlichen Chirurgen allgemein geübte Operation ist.

Literatur.

Die bei den Unterbindungen der Arterien des Menschen gemachten Beobachtungen über die eintretenden Veränderungen sind, wie schon erwähnt, derart, daß die Intima und die Media hierbei durchgequetscht werden. So veranlaßt nach **von Pitha und Billroth**[1] die Einschnürung, daß die mittlere und innere Gefäßhaut zerreißt und sich vermöge der Elastizität und Kontraktilität etwas nach einwärts umkrempen und etwas zurückziehen, während die äußere Haut bei ihrer größeren Widerstandsfähigkeit sich in zahlreiche Falten legt. Durch diesen Umstand gewinnt das Blut zahlreiche Anhaltspunkte für die Gerinnung. Diese Ansicht, die auch Hering[2] vertritt, fand ich in der Literatur wiederholt bestätigt.

So legte **Bryant**[3] in der Clinical Society of London 4 Präparate vor, welche das Verhalten der Catgut-Ligaturen an Gefäßen im menschlichen Körper illustrierten. Die Ligaturen hatten 14 Stunden, 12, 13 und 19 Tage gelegen. In allen Fällen waren die inneren Häute getrennt. Außerdem hat er noch 10 größere Gefäße mit Catgut unterbunden. Hier waren ebenfalls die inneren Häute getrennt, die äußeren ulceriert.

Blessich[4] berichtet einen Fall von Unterbindungen der Art. carotis communis sinistra bei einem Manne wegen sekundärer Blutung aus einer Schußwunde der linken Gesichtsseite mit ungünstigem Erfolge. Nach 4 Tagen Tod. Die Sektion ergab an

---

[1] **von Pitha und Billroth,** Handbuch der allgemeinen und speziellen Chirurgie. 1865.

[2] **Hering**'s Operationslehre für Tierärzte. Stuttgart 1897.

[3] **Bryant,** Cases illustrating the behaviour of the carboliced catgut ligature upon human arteries. Clinical Society of London. Octob. 12. Med. Times and Gaz. Oct. 20.

[4] **Blessich,** T., Legatura della Carotide primitiva sin. etc. L'Ippocratico. 20. e 30. Marzo 1872.

der Unterbindungsstelle zentral und peripher feste Thromben, die Tunica intima und media zerrissen und eingerollt, die Intima im zentralen Teile mit dem Thrombus verwachsen.

Pingaud[5] unterband die Art. carotis externa; er fand, daß die beiden inneren Arterienhäute durchquetscht waren.

Ergiebiger insofern, als es sich um die Festigkeit der Arterienwand bei Tieren handelt, erweisen sich die Versuche **Malkoff**'s[6]. Dieser hat bei Hunden und Kaninchen die bloßgelegten größeren Arterien mit Péan'schen Pincetten gequetscht und nach Ablauf verschiedener Zeiträume (4 Stunden bis 100 Tage) die betreffenden Gefäßabschnitte untersucht. Nach der Quetschung der Arterien ist eine 3 bis 4 Stunden andauernde, spindelförmige oder zylindrische Aneurysmen-Bildung des Gefäßrohres zu beobachten. Dann aber wird die Erweiterung rückgängig, und es ist an der verletzten Stelle eine Verdickung nachzuweisen. Bei der mikroskopischen Untersuchung fand Malkoff Risse in der Intima, der Elastica interna und der Media.

Sehr illustrativ ist ferner die im Jahre 1897 erschienene Arbeit von **Dr. D'Anna**[7]. Mittelst einer hämostatischen Pincette hat dieser Forscher bei Hunden die Arteria femoralis kurze Zeit komprimiert und die verletzte Stelle sodann nach verschiedenen Zeiten (von 3 bis 25 Tagen) untersucht. Je nach der Stärke der Kompression, welche bei den einzelnen Versuchen verschieden war, teilt der Verfasser die letztere in 3 Gruppen: in solche mit schwacher, in solche mit mittlerer und in solche mit starker Kontusion. Nach einer schwachen Quetschung waren die Veränderungen geringfügig. Stellenweise konnte Verfasser in der Adventitia Blutungen, die wahrscheinlich durch das Zerreißen von Capillaren bedingt waren, beobachten. Außerdem zeigte die Adventitia eine bedeutende Leukocyteninfiltration, welche bis an die Tunica elastica externa heranreichte, die letztere jedoch ganz unverändert ließ. Die Tunica media und die Tunica

---

[5]) **Pingaud,** Sur en cas de ligature préventive de la carotide externe pour l'ablation d'un ostéosarcom du maxillaire inférieure. Gaz. hébdomataire de med. et de chirurgie. Nr. 45. 1876.

[6]) **Malkoff,** Über die Bedeutung der traumatischen Verletzungen von Arterien (Quetschung, Dehnung) für die Entwicklung der wahren Aneurysmen und der Arteriosklerose. Ziegler, Beiträge zur pathologischen Anatomie und Pathologie. 1899. XXV. Heft 2, pag. 431.

[7]) **D'Anna,** Sulla contusione dei vasi sanguini, Il Policlinico 1897, Nr. 2.

elastica interna waren ebenfalls unverändert; dabei hatten aber die Endothelzellen deutlich auf den Reiz reagiert, da man in denselben stark gefärbte Kerne und stellenweise eine Gruppierung bis zu 2 oder 3 Zellschichten unterscheiden konnte. — Nach einer stärkeren Kontusion wurde am dritten Tage nach der Verletzung eine so starke Leukocyteninfiltration der Adventitia beobachtet, daß das Gewebe der Adventitia und Elastica interna schwer unterscheidbar wurde.

In der äußeren Schicht der Adventitia waren teilweise Extravasate vorhanden, die Muscularis war stark verändert, die Anordnung ihrer Fasern gestört; die Zellkerne hatten ein feinkörniges Aussehen. Außerdem waren die äußeren Schichten der Media durch Leukocyten stark infiltriert, in den inneren jedoch war das nicht der Fall. Die Tunica elastica interna war nicht deutlich zu sehen, die Endothelzellen waren vermehrt. Das Lumen des Gefäßes war an der Verletzungsstelle verengt und durch einen Thrombus ausgefüllt. Die an die verletzten Stellen angrenzenden Teile waren durchgängig. In der Gefäßwand waren, ausgenommen die Leukocyteninfiltration der Adventitia, keine Veränderungen sichtbar. In den Fällen der stärksten Kontusion zeigte die histologische Untersuchung eine grobe Störung der Integrität der Gefäßwand. Man bemerkte in der Adventitia die Anwesenheit von Leukocyten und in den Endothelzellen eine Schwellung der Kerne. Außerdem beobachtete man, daß die Gefäßhäute voneinander getrennt, verdünnt und an einer Stelle geborsten waren.

Hertwig[8] ist jedoch etwas anderer Meinung in Betreff der Wirkung des Ligaturfadens auf die einzelnen Gefäßhäute. Er vertritt den Standpunkt, daß die Folge des Zusammenschnürens der Arterie nicht unter allen Umständen dieselbe sei, sondern sowohl von der breiten oder runden Form und von der Stärke des Bandes und z. T. auch von der Kraft abhängig sei, mit welcher man dieselbe zusammenschnürt. Runde Ligaturfäden schneiden stets mehr in die Gefäßsubstanz ein, als die breiten. Je feiner eine runde Ligatur sei, desto mehr schneide sie ein. Es werde dabei die Adventitia nur sehr wenig eingeschnitten, dagegen stets die Intima und gewöhnlich auch die Media, bald

[8]) **Hertwig, C, H.,** Praktisches Handbuch der Chirurgie für Tierärzte. Berlin 1859.

teilweise, bald vollständig durchschnitten. Je stärker dabei die Kraft in Anwendung komme, desto mehr geschehe dies.

Allein nicht nur bei dem das Gefäß fest umschnürenden Faden und der die Arterie komprimierenden Pinzette sehen wir, daß die Widerstandsfähigkeit der Adventitia gegenüber derjenigen der beiden anderen Häute überwiegt, sondern dies bezeugen auch die spontanen Zerreißungen und die Arterienverletzungen beliebigen traumatischen Ursprungs. So erwähnt **Klob**[9]) einen Fall von Herzhypertrophie; hier fühlte der Patient plötzlich einen Schmerz in der linken Subinguinalgegend, und in dem Momente war die linke untere Extremität auch etwas gelähmt. Später entwickelte sich hier Gangrän von den Zehen aus. Sektion: Linksseitige Herzhypertrophie, in der linken Arteria cruralis vom Abgange der Circumflexa ilei an einen, dieselbe vollkommen ausfüllenden Pfropf. Ein die verstopfte Arterie spaltender Durchschnitt zeigte die Zellscheide ungemein dick und mit den äußeren Schichten der Media fest verwachsen, die inneren Schichten der Media jedoch, sowie die Intima etwa 3 cm vor dem Abgang der Art. profunda femoris ringförmig quergerissen. Der zentrale sowohl wie der periphere Stumpf der eingerissenen Gefäßhaut war gegen das Gefäßlumen hin eingerollt, und zwar derart, daß sich am oberen Stumpfe die der abgerissenen Wand entsprechenden Partien im Zentrum des Gefäßes durch die Aufrollung so berührten, daß ein sichtbarer Zwischenraum, entsprechend einem etwaigen Lumen, nicht mehr vorhanden war. Zwischen diesen beiden eingerollten Gefäßstümpfen fand sich ein kleiner Raum, welcher als kurzer, außen längerer Kanal nur noch von der Gefäßscheide gebildet wurde und etwa diese Form hatte: Ohne Zweifel, bemerkt Klob, ist hier die Ruptur plötzlich eingetreten.

Das Verhalten der Arterienhäute bei stumpf wirkenden Gewalten, z. B. Überfahrenwerden, Vorbeistreifen einer Kugel oder sonst welchen Projektils, ist nach von Pitha und Billroth ebenfalls so, daß die mittlere und innere Haut zerreißen und die äußere ganz bleibt. Auch hieraus ersieht man also, daß die Zähigkeit der Adventitia weit beträchtlicher ist, als die der beiden inneren Häute. Ebenso verhält es sich bei den Zerreißungen der Arterien durch mechanische Gewalt. Im ganzen sind die-

[9]) **Klob**, Canstatt's Jahresbericht 1861.

selben selten, und die Versuche von **Wallmann**[10]) beweisen, daß nur die innere und mittlere Haut einreißen und diese Zerreißung nur bei Füllung und starker Spannung der Arterie gelingt.

Der Schilderung meiner Untersuchungen und deren Ergebnisse muß ich einige Bemerkungen über das anatomische Verhalten der Arterien bei Pferden, die ich ausschließlich als Versuchsobjekte verwandte, sowie über den histologischen Bau derselben voraussenden.

---

[10]) **Wallmann,** Über die Ruptur der inneren und mittleren Arterienhaut. Österreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde. 1858. 6. 7.

Anatomie und Histologie der Arterien.

Von den von mir unterbundenen Arterien kommen folgende in Betracht:

1. Die **Arteria mediana.** Sie ist der an den Unterarm tretende Endstamm der Arteria brachialis. Die für die Operation geeignetste Stelle liegt medial dicht unter dem Vorarmgelenk, etwa in der Mittellinie. Die Arterie liegt hier dorsal vom Nervus medianus zwischen den beiden Venae medianoradiales.

2. Die **Arteria digitalis communis.** Diese ist der fortlaufende Stamm der Arteria mediana und geht am medialen Rande der tiefen Beugesehne zehenwärts. Dorsal wird sie von der gleichnamigen Vene, volar vom medialen Ast des N. medianus begleitet. Als Operationsstelle wählte ich gewöhnlich die Mitte des Metacarpus.

3. Die **Arteria facialis,** der fortlaufende Stamm der Art. maxillaris lateralis. Sie läuft vom Gefäßausschnitt des Unterkiefers am oralen Rande der Musc. masseter dorsal, begleitet von der Vena facialis und dem Parotidengang. Die geeignetste Stelle zur Unterbindung erstreckt sich von der Incisura vasorum etwa 5 bis 6 cm distal.

4. Die **Arteria labialis inferior.** Diese entspringt ca. 6 cm distal vom Gefäßausschnitt aus der vorigen und läuft lippenwärts. Diese unterband ich 1 bis 2 cm nach ihrem Abgange.

5. Die **Arteria transversa faciei,** verläuft, nachdem sie ventral vom Gelenkfortsatz des Unterkiefers auf dessen Außenseite getreten ist, ventral von der Gesichtsleiste mundwärts, anfangs oberflächlich, woselbst sie auch ligiert wurde, dann in den Masseter eingesenkt.

Was den histologischen Bau der Arterienwand anbetrifft, so besteht dieselbe aus 3 Häuten: 1. der **Tunica intima,** 2. der **Tunica media,** 3. der **Tunica externa (adventitia).** Die Tunica media

zeigt Querrichtung, die beiden anderen Häute vorwiegend Längsrichtung ihrer Elemente. Bau und Dicke dieser Häute wechseln nach der Größe der Arterien.

Unter kleinen Arterien verstehen wir die Arterien kurz vor ihrem Übergange in die Capillaren, während wir zu den großen Arterien die Aorta thoracica und den Truncus brachiocephalicus communis rechnen. Da beide Arten für Unterbindungen jedoch nicht in Frage kommen, so übergehe ich auch die Histologie derselben.

Zu den mitteldicken Arterien zählen wir außer den vorgenannten, sämtliche Arterien des Körpers. Die **Intima** dieser besteht außer dem Endothelrohr, welches dem gesamten Blutgefäßsystem zukommt, aus einer strukturlosen Innenhaut, Tunica elastica interna, die uns hier in Form einer gefensterten Membran entgegentritt. Zwischen Endothel und elastischer Innenhaut findet sich ein in der Längsrichtung verlaufendes, feinstreifiges Gewebe, Intermediärschicht, welches neben elastischen Fasernetzen noch glatte spindelförmige oder sternförmige Zellen, Intimazellen, enthält. Die **Media** besitzt eine ansehnliche Dicke und besteht aus einem bindegewebigen Gerüst mit eingelagerten elastischen Fasernetzen und meist cirkulär und wenig längsverlaufenden glatten Muskelzügen. Die **Adventitia** besteht aus längsverlaufenden Bindegewebsbündeln, reichlich vermengt mit elastischen Fasernetzen, die sich an der Grenze der Media anhäufen und hier eine eigene Lage, die elastische Haut der Adventitia, Tunica elastica interna, bilden.

Methodik.

Die Unterbindungen, deren ich 30 an 11 Pferden ausführte, waren insgesamt Ligaturen in der Kontinuität. Ich wählte die obengenannten peripheren Arterien, die dank ihrer exponierten Lage leicht zu erreichen waren. Die Operation geschah am niedergelegten Tier. Da sämtliche Pferde zur Schlachtung bestimmt waren, durfte ich, um nicht die Genußtauglichkeit des Fleisches zu beeinträchtigen, Narkose nicht in Anwendung bringen. Da ferner die Tiere nach der Operation nach der Schlächterei zurückgeführt werden mußten, war ich gezwungen, die Versuche an den Beinen möglichst zu beschränken. Die Operationen selbst waren mit Ausnahme der Art. mediana ohne Schwierigkeiten auszuführen. Die Isolierung der Art. mediana indeß gestaltete sich insofern etwas schwierig, als dieselbe hier zwischen den beiden ziemlich dicken Venae medianoradiales liegt, und eine nur geringfügige Verletzung dieser eine unliebsame, das Operationsfeld verwischende Blutung verursacht.

Das zur Unterbindung gebrauchte Material war teils Seide, teils Ramiezwirn, beide in wechselnden Stärken. Es sei schon an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß in der tabellarischen Übersicht, wie auch bei den einzelnen Beschreibungen der Versuche „S“ Seide und „R“ Ramiezwirn bedeutet. Die Zuschnürung fand bald mit weniger, bald mit mehr Kraftaufwand statt. Was den Unterbindungsfaden betrifft, so ist er ein Gegenstand schon wiederholter Diskussionen gewesen. Einerseits empfahl man, einen recht dünnen Faden zu nehmen, um nicht so leicht Eiterungen zu erregen, andererseits legte man mehr Wert auf die adhäsive Entzündung der Arterienhäute und riet, breitere Ligaturbänder zu verwenden. Während man aber bei ganz dünnen Fäden Gefahr läuft, das Gefäß zu durchschneiden, erregen die Bänder leicht umfangreiche Eiterungen. Die An-

wendung des chirurgischen Knotens, d. h. ein doppeltes Durchführen der ersten Fadenschlinge, fand ich bei kleineren Arterien unzweckmäßig, da diese hierbei nicht völlig geschlossen wurden, und das umsomehr, je stärker der Faden war. Die Ligaturen selbst blieben verschieden lange Zeit liegen, von 12 bis 48 Stunden. Die Unterbindungsstellen wurden sofort nach dem Töten des Tieres samt dem Unterbindungsfaden noch lebenswarm in die Fixationsflüssigkeit gebracht. Erst nach der Fixierung der Präparate entfernte ich den Ligaturfaden. Beim Anbringen der Ligaturen unterschied ich 1. die Ligatur mit bleibender Vis a tergo und 2. die Ligatur mit beseitigter Vis a tergo durch eine vorausgehende Ligatur.

Des leichteren Überblickes halber habe ich die von mir ausgeführten Unterbindungen in der umstehenden Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I.

No. des Pferdes	Stunde der Tötung p. op.	No. der Lig.	Ligierte Arterie	Faden	Ligaturstelle
1	12	1	Art. mediana dextr. I.	R3*)	2 cm dist. v. Vorarmgel.
		2	„ „ „ II.	R3	I 12 mm II.
2	16	3	„ digit. com. d.	S6**)	8 cm oberh. d. Fesselgel.
3	16	4	„ facialis d. I.	S5	2 cm dist. v. d. Incis. vasorum.
		5	„ „ „ II.	S7	I 16 mm II.
		6	„ transvers. fac. I.	S6	6 cm oral v. Unterkieferrand.
		7	„ „ „ II.	S4	I 15 mm II.
4	20	8	„ fac. dextr. I.	S5	a. d. Umschlagstelle.
		9	„ „ „ II.	S5	I 2 cm II.
5	20	10	„ fac. sin.	R2	2 cm v. Incis. vas.
		11	„ lab. inf. sin.	R3	1 cm dist. v. Ursprung.
		12	„ fac. dextr. I.	S7	3 cm v. Inc. vas.
		13	„ „ „ II.	S4	I 2 cm II.
6	24	14	„ dig. com. d.	R4	10 cm oberh. d. Fesselgel.
		15	„ „ „ s.	R5	9 „ „ „ „
		16	„ fac. d.	R4	2 cm dist. v. Inc. vas.
7	24	17	„ transv. fac. s.	R2	5 „ oral v. Unterk. Rand.
		18	„ fac. s.	R2	4 „ dist. v. Inc. vas.
		19	„ lab. inf. s.	R3	7 mm v. ihren Ursprung.
8	28	20	„ fac. d.	S7	3 cm v. Inc. vas.
		21	„ „ s.	S7	4 „ „ „ „
9	44	22	„ fac. s. I.	S5	1 „ „ „ „
		23	„ „ „ II.	S5	I 2 cm II.
10	48	24	„ „ d. I.	S5	2 cm dist. v. Inc. vas.
		25	„ „ „ II.	S4	I 14 mm II.
		26	„ transv. fac. d.	R1	5 cm oral v. Unterk. Rand.
11	48	27	„ „ „ „ I.	R1	4 cm v. Unterk. Rand.
		28	„ „ „ „ II.	R1	I 12 mm II.
		29	„ fac. d. I.	R1	3 cm v. Inc. vas.
		30	„ „ „ II.	R3	I 13 mm II.

*) R3 bedeutet Ramiezwirn No. 3.
**) S6 bedeutet Seide No. 6.

Mikroskopische Technik.

Die Fixierung der Präparate geschah teils in 5 prozentiger Formalinlösung, teils in Orth'scher Flüssigkeit, gewöhnlich 24 Stunden lang. Hierauf wurden die in Formalinlösung gelegenen Objekte 6 Stunden, die mit Orth'scher Lösung behandelten 24 Stunden gewässert und dann in Alkohol in aufsteigender Konzentration gehärtet.

Das Einbetten nahm ich sowohl mit Paraffin als mit Celloidin vor, nachdem vorher die Präparate noch mit absolutem Alkohol und Chloroform resp. Alkohol-Äther (1 : 1) behandelt waren.

Beim Schneiden wählte ich in der Hauptsache die Längsrichtung. Die wenigen ausgeführten Querschnitte gewährten mir nur geringen Einblick in die histologischen Veränderungen, insofern, als man an der Unterbindungsstelle selbst nicht genügend Aufschluß über das Verhalten der geschwundenen Häute erhält, ob diese sich z. B. einrollen oder nicht.

Die Zahl der wirklich brauchbaren Schnitte war bei dem Schneiden in der Längsrichtung allerdings sehr beschränkt, da nur reine Achsenschnitte genauen Aufschluß über die Veränderungen an der Unterbindungsstelle zu geben vermögen. Da es jedoch nicht immer möglich ist, besonders, sobald die Arterienstücke Krümmungen zeigen, daß das Messer genau parallel zur Achse geführt wird (es wird sogar in der Mehrzahl der Fälle die Führungslinie des Messers zur Achse des Gefäßes unter einem mehr oder weniger großen Winkel stehen), so ist man gezwungen, um den ganzen Verlauf der Unterbindungsstelle zu überblicken, Serienschnitte anzulegen.

Die Schnitte der in Paraffin eingebetteten Präparate wurden mit Eiweiß-Glycerin auf den Objektträger aufgeklebt und erst

nachdem dieses getrocknet war, wurde das Paraffin entfernt. Auf diese Weise blieben die beiderseitigen Schnitthälften da, wo noch keine Verwachsung mit der gegenüberliegenden Wandstelle eingetreten war, in ihrer Lage erhalten.

Gefärbt wurden die Schnitte nach mehreren Methoden: Hämatoxylin (nach Delafield) -Eosin, Hämatoxylin-Pikrinsäurelösung, nach van Gieson und speziell zur Färbung der elastischen Fasern wurde Resorcin-Fuchsin (z. T. mit Vorfärbung mit Lithioncarmin) verwandt, wie es in der Technik von **von Kahlden**[11]) angegeben ist.

---

[11]) **von Kahlden**'s Technik der histologischen Untersuchung pathologisch-anatomischer Präparate. 1909.

Eigene Untersuchungsergebnisse.

Pferd 1.

Unterbunden: 1. Art. mediana dextra mit R3,
2. do. mit R3.
Tod: 12 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 1: (s. Fig. 1). Der Gefäßverschluß ist vollkommen, die Adventitia besitzt eine etwas geringere Stärke. Da mit Lithioncarmin (als Vorfärbung) und Resorcin-Fuchsin gefärbt wurde, lassen die Schnitte deutlich das Verhalten der elastischen Elemente erkennen: Während dieselben an der gesunden Arterienwand wellig verlaufen und sich unter mehr oder weniger spitzem Winkel kreuzen, liegen sie an der Einschnürungsstelle dichtgedrängt aneinander und zeigen vollkommen gestreckten Verlauf.

Die Media fehlt an der Ligaturstelle gänzlich; sie gewinnt allmählich an Dicke umsomehr, je weiter sie von der Unterbindungsstelle abliegt.

Die Intima läßt sich bis zum Zusammenstoß der beiderseitigen Mediae verfolgen und erscheint daselbst etwas verdickt. — Das central von der Ligatur gelegene Arterienstück zeigt ein etwas vergrößertes Lumen, das mit einem Thrombus ausgefüllt ist, während das distal gelegene frei ist.

bei 2: Die Adventitia und die Media zeigen ihre volle Stärke. Außer dem parallelen Verlauf der elastischen Elemente treten an der Adventitia keine sonderlichen Veränderungen hervor. Die Anordnung der Faserbündel der Media ist gestört: neben quer getroffenen Bündeln finden sich auch längs getroffene. Daneben ist ein auffallender Kern-

schwund bemerkbar. Das ursprüngliche Lumen ist durch geringe Blutreste, sowie durch das ziemlich weite Vordringen der Tunica elastica interna gegen die eingeschnürte Stelle gekennzeichnet. Ein Thrombus findet sich weder proximal noch distal der Ligatur.

Da die Art der Veränderungen innerhalb gewisser Zeitgrenzen mehr oder weniger dieselbe bleibt, so habe ich in den folgenden Fällen, um eine langwierige Beschreibung eines jeden einzelnen Versuches zu vermeiden, nur neu auftretende Erscheinungen eingehender besprochen.

Pferd 2.

Unterbunden: 3. Art. digitalis communis dextra mit S6.
Tod: 16 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

Die Adventitia ist in voller Stärke vorhanden, zeigt außer dem geradlinigen Verlauf ihrer Elemente und dem Mangel an Kernen stellenweise geringe Blutungen.

Die Media ist bis zur Hälfte ihrer Dicke geschwunden. Der noch restierende Teil ist stark verändert, hat sich schlecht mit Eosin gefärbt; die Anordnung der Fasern ist gestört. Es ist ferner deutliche Leukocyteninfiltration vorhanden. Die Zellkerne sind großenteils geschwunden, einzelne zeigen ein feinkörniges Aussehen. Außerdem finden sich zahlreiche Risse.

Die Intima fehlt und erscheint erst im Lumen wieder.

Pferd 3.

Unterbunden: 4. Art. facialis dextra mit S5.
5. do. mit S7.
6. Art. transversa fac. d. mit S6.
7. do. mit S4.
Tod: 16 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 4: Die Adventitia besteht in ganzer Stärke und zeigt außer einer geringen Leukocyteninfiltration und den bei den vorhergehenden Versuchen gesagten Veränderungen keine weitere Störung ihrer Integrität.

Die Media besitzt nur noch die Hälfte ihrer Dicke, während die Intima nur bis zum Beginn der Einschnürung heranreicht, dann aber sich in Form weniger Bindegewebs- und elastischer Fasern zwischen die beiderseitigen Muskelschichten hindurchzieht.

bei 5: (s. Fig. 2). Die Adventitia ist unversehrt; die Media besitzt etwa noch die Hälfte ihres Durchmessers. Die in das Bindegewebe eingelagerten elastischen Fasern, die an der gesunden Arterienwand nahe der Adventitia mehr radiär von dieser nach dem Lumen hin ausstrahlen, ordnen sich an der gequetschten Stelle mehr in der Längsrichtung an.

bei 6: Sämtliche drei Häute sind noch vorhanden. Der Gefäßverschluß ist unvollkommen. Proximal findet sich ein Thrombus.

bei 7: Die Adventitia hat nichts an Dicke eingebüßt; die Media zieht sich in Form eines dünnen Stranges, der die ursprüngliche Grenze zum Teil an der verschiedenen Richtung der zusammenstoßenden Muskelbündel noch erkennen läßt, durch die Unterbindungsstelle hindurch. Außerdem sind zahlreiche Risse in ihr bemerkbar.

Pferd 4.

Unterbunden: 8. Art. facialis dextra mit R2.
9. do. mit R3.
Tod: 20 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 8: (s. Fig. 3). Die Adventitia ist noch in voller Stärke zu finden; die Media ist bis auf wenige Reste geschwunden. Nach dem einen Lumen hin erscheint sie zusammengeschoben und infolgedessen dort etwas dicker, als an der normalen Wand. — Die Intima ist wiederum nur bis zum Zusammenstoß der Media in ihrer Struktur erhalten, daselbst etwas verdickt, und zieht sich mit wenigen Fasern eine kurze Strecke gegen die Ligaturstelle vor, wo sie ganz verschwindet.

bei 9: Die Adventitia unverletzt. — Die Media zieht sich als dünner Strang durch die Einschnürung, während die Intima nach der Berührungsstelle hin aufgefasert ist und schließlich ganz verschwindet.

Pferd 5.

Unterbunden: 10. Art. facialis sin. mit R 2.
11. Art. lab. inf. sin. mit R 3.
12. Art. fac. dextra mit S 7.
13. do. mit S 4.
Tod: 20 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 10: Adventitia vorhanden. Die Media bis auf spärliche Reste geschwunden. Die Tunica elastica interna der einen Wandseite reicht noch bis zur Mitte der Umschnürungsstelle heran.

bei 11: Die Adventitia nicht verdünnt. Die Media noch halb so stark als normal, während die Intima gänzlich fehlt.

bei 12: Die Adventitia vollständig vorhanden. Die Media zieht sich nur noch mit wenigen Fasern durch die Umschnürung hindurch. Die Intima fehlt und erscheint erst im Lumen wieder.

bei 13: Adventitia ohne Veränderungen. Die Media ist bis auf wenige Reste geschwunden. Die Intima fehlt vollkommen.

Pferd 6.

Unterbunden: 14. Art. digit. com. dextr. mit R 4,
15. Art. digit. com. sin. mit R 5,
16. Art. fac. dextr. mit R 4.
Tod: 24 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 14: Die Adventitia zeigt dieselben Veränderungen wie in den übrigen Fällen und besitzt noch ihre volle Stärke. Desgleichen ist der Durchmesser der Media unverringert. Der Faserverlauf ist wiederum gestört, und es finden sich zahlreiche Risse. Die Intima reicht bis an die Unterbindungsstelle heran, hört aber dort plötzlich auf und ist in ihren letzten Partien deutlich verdickt.

bei 15: Die Adventitia hat ihre ursprüngliche Stärke behalten. Die Media ist bis zur Hälfte ihres Durchmessers geschwunden. Es finden sich wiederum zahlreiche Risse und starke Infiltration von Leukocyten. Diese füllen die Räume zwischen den auseinander geschobenen Muskel-

fasern dicht an. Die Intima schneidet an der Berührungsstelle der beiderseitigen Mediae glatt ab, daselbst etwas verdickt.

bei 16: Bei diesem Präparate ist central von der Ligatur eine bauchige, mit einem Thrombus ausgefüllte Erweiterung des Lumens zu finden. Peripher ist die Arterie ebenfalls thrombosiert. Die Intima ist an der Ligaturstelle nicht mehr nachzuweisen, obwohl der Gefäßverschluß nicht vollkommen ist. Die Media und die Adventitia zeigen keine besonderen Abweichungen.

Pferd 7.

Unterbunden: 17. Art. transv. fac. sin. mit R 2.
18. Art. fac. sin. mit R 2.
19. Art. lab. inf. mit R 3.

Tod: 24 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 17: Die Adventitia zeigt außer dem überall wiederkehrenden gestreckten Verlauf der Elemente keine weiteren Abweichungen. Auf die Media hat die Ligatur wiederum nur insofern eingewirkt, als die radiäre Anordnung der Faserbündel größtenteils verloren gegangen ist und ihre Dicke etwas verringert erscheint. Die Intima zieht sich ziemlich weit in die Ligatur vor, fehlt jedoch an der engsten Stelle.

bei 18: Die Adventitia ist in voller Stärke vorhanden. Die Media ist bis auf die Hälfte ihrer Dicke geschwunden. Die Intima reicht nur bis zum Beginn der Einschnürung.

bei 19: (s. Fig. 4). Bei diesem Präparate wurden Querschnitte angelegt. Die Stärke der Adventitia erscheint unverringert. Die Media dagegen, die bei mittelstarken Arterien in der Regel ungefähr die Hälfte der Gefäßwandstärke ausmacht, ist bedeutend dünner. Die Intima ist bis auf wenige Reste der in Wellenlinien verlaufenden Elastica interna geschwunden.

Pferd 8.

Unterbunden: 20. Art. fac. dextr. mit S 7.
21. Art. fac. sin. mit S 7.

Tod: 28 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 20: Die beiden Gefäßwände berühren sich nur leicht. Die Adventitia zeigt außer Leukocyteninfiltration und gestrecktem Verlauf keine Strukturveränderungen. Die Infiltration findet sich z. T. auch in der Media, die in ganzer Stärke noch vorhanden ist. Auch hier sind, außer geringer Verschiebung der Muskelbündel, keine bemerkenswerten Abweichungen eingetreten. Die Intima reicht bis zur Berührungsstelle und ist wiederum daselbst verdickt.

bei 21: Die Adventitia ist vollständig erhalten. Die Media hat etwa $^1/_3$ ihrer Stärke eingebüßt und den radiären Verlauf der Muskelbündel nur in den inneren Schichten verloren. Die Intima läßt sich bis auf eine kleine Strecke durch die Einschnürung hindurch verfolgen und erscheint daselbst um das Doppelte dicker.

Pferd 9.

Unterbunden: 22. Art. fac. sin. mit S 5.
23. do. mit S 5.
Tod: 44 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 22: Die Adventitia hat noch ihre ganze Stärke. Die Media besitzt nur noch $^1/_2$ ihres Durchmessers, während die Intima ganz fehlt.

bei 23: Auch hier ist die Adventitia unversehrt. Die Media hingegen bis auf spärliche Reste geschwunden. Die Intima mit der Elastica interna hat sich nach dem Gefäßlumen hin zurückgezogen und ist hier plötzlich glatt abgeschnitten. Dieses Verhalten findet sich an beiden Wandhälften.

Pferd 10.

Unterbunden: 24. Art. fac. dextr. mit S 5.
25. do. mit S 4.
26. Art. transv. fac. dextr. mit S 5.
Tod: 48 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 24: Die Adventitia ist unversehrt, desgleichen die Media. Die Struktur der Intima ist an der Druckstelle nicht mehr

nachzuweisen. Es findet sich daselbst eine reiche Leukocytenansammlung. Da, wo die Wände auseinanderweichen und das Lumen wieder beginnt, erscheint sie dicker und reich mit Leukocyten durchsetzt.

bei 25: Die Adventitia und Media sind voll erhalten. Die Intima läßt sich bis nahe an die Einschnürungsstelle heran verfolgen, fehlt jedoch an dieser selbst. Ein vollkommener Schluß der Arterie ist durch die Unterbindung nicht erreicht worden.

bei 26: Wir finden die Adventitia in voller Stärke, die Media jedoch ist bis auf $^1/_3$ ihres Durchmessers geschwunden. Die Intima reicht bis zum Zusammenstoß der beiderseitigen Mediae und geht ohne sichtbare Grenze in die der gegenüberliegenden Seite über. Verwachsung ist also hier offenbar eingetreten.

Pferd 11.

Unterbunden: 27. Art. transv. fac. dextr. mit R 1.
28. do. mit R 1.
29. Art. fac. dextr. mit R 1.
30. do. mit R 3.
Tod: 48 Std. p. op.

Mikroskopischer Befund

bei 27*): Die Adventitia besitzt noch ihre volle Stärke, dagegen ist die Media mit der Intima gänzlich geschwunden.

bei 28: Querschnitt. Die Adventitia ist erhalten, die Media bis auf spärliche Reste geschwunden.

bei 29: Die Adventitia besitzt ihre ursprüngliche Stärke. Die Media zeigt noch die Hälfte ihres Durchmessers, während die Intima fehlt.

bei 30: Die Adventitia ist unversehrt vorhanden. Die Media hat etwa noch $^2/_3$ ihrer Dicke, während die Intima an der Unterbindungsstelle gänzlich fehlt, doch da, wo das Lumen wieder beginnt, erscheint und hier erheblich verdickt ist.

*) Da die Arterie ca. $^3/_4$ cm distal von der 1. Unterbindungsstelle angestochen wurde, wurde, um die eingetretene Blutung zu stillen, eine Schieberpinzette angesetzt. — Die Endothelzellen haben an dieser Stelle deutlich auf den Reiz reagiert, da man in denselben starkgefärbte Kerne und eine Gruppierung von mehreren Schichten unterscheiden kann.

Tabelle II.

Pferd	Nr. der Ligatur	Tötung p. op.	Faden	Ligierte Arterie	Stärke der Gefäßwand nach der Unterbindung			Bemerkungen
					Advent.	Media	Intima	
1	1	12	R 3	A. med. d. I.	vollst.	fehlt	fehlt	
	2		R 3	„ „ „ II.	„	vollst.	„	
2	3	16	S 6	„ dig. com. d.	„	1/2	„	
3	4	16	S 5	„ fac. d. I.	„	1/2	„	
	5		S 7	„ „ „ II.	„	1/2	„	
	6		S 6	„ transv. f. d. I.	„	vollst.	vollst.	Chirurg Knoten, kein Gefäßverschluß
	7		S 4	„ „ „ „ II.	„	wenig. Reste	fehlt	
4	8	20	R 2	„ fac. d. I.	„	fehlt	„	
	9		R 3	„ „ „ II.	„	wenig. Reste	„	
5	10	20	R 3	„ fac. sin.	„	„	„	
	11		R 3	„ lab. inf. s.	„	1/2	„	
	12		S 7	„ fac. d. I.	„	wenig. Reste	„	
	13		S 4	„ „ „ II.	„	„	„	
6	14	24	R 4	„ dig. com. d.	„	vollst.	„	
	15		R 5	„ „ „ s.	„	1/2	„	
	16		R 4	„ fac. d.	„	vollst.	„	Chirurg. Knoten, kein Verschluß.
7	17	24	R 2	„ transv. f. s.	„	3/4	„	
	18		R 2	„ fac. s.	„	1/2	„	
	19		R 3	„ lab. inf. s.	„	1/3	„	
8	20	28	S 7	„ fac. d.	„	vollst.	„	
	21		S 7	„ „ s.	„	2/3	„	
9	22	44	S 5	„ fac. s. I.	„	1/4	„	
	23		S 5	„ „ „ II.	„	wenig. Reste	„	
10	24	48	S 5	„ fac. d. I.	„	vollst.	„	
	25		S 4	„ „ „ II.	„	„	„	Kein Verschluß
	26		S 5	„ transv. f. d.	„	1/3	„	
11	27	48	R 1	„ „ „ „ I.	„	fehlt	„	
	28		R 1	„ „ „ „ II.	„	wenig. Reste	„	
	29		R 1	„ fac. d. I.	„	1/2	„	
	30		R 3	„ „ „ II.	„	2/3	„	

Betrachtung des Gesamtbefundes.

(Siehe Tabelle II.)

Überblickt man die Reihe der Versuche, so erkennt man, daß fast allen Fällen der Verlust der Intima gemeinsam ist. Diese ist nur einmal in Fall 6 vorhanden, und das findet seine Erklärung darin, daß die verhältnismäßig schwache Arterie mit zu starkem Faden ligiert und dieser außerdem chirurgisch geknotet wurde. Der Gefäßverschluß ist infolgedessen nicht vollständig. Trotzdem ist das Gefäß central thrombosiert, und damit wäre gegebenen Falles der Zweck der Ligatur behufs Blutstillung erreicht. Ein vollkommener Verschluß wurde ferner nicht erzielt bei Fall 16 und 25, doch befinden sich beide Male mannigfache Strukturveränderungen der Intima vor. Dies zeigt, daß anfangs der Gefäßverschluß suffizient war, dann aber der Faden wahrscheinlich infolge der eingetretenen Blutstauung und der dadurch bedingten Spannung etwas nachgegeben hat. Für den mangelhaften Verschluß bei 3 dürfte außerdem als ätiologisches Moment der chirurgische Knoten in Anschlag zu bringen sein. Ein Abheben der Tunica elastica interna mit der Intima von der Media, wie es Malkoff teilweise fand, habe ich bei keinem meiner Versuche bemerkt. Die histologischen Veränderungen der Intima bestehen hauptsächlich in Vergrößerung der Zellen und ihrer Kerne und in Auffaserung der Gesamtintima.

Die Media ist in mehreren Fällen (1, 8, 27) völlig geschwunden, in anderen nur noch teilweise und in einigen (2, 6, 14, 16, 20, 24, 25) noch vollständig vorhanden. Unter den letzteren finden sich alle diejenigen Ligaturen, bei denen die Intima ebenfalls noch erhalten ist. Bei den 3 erstgenannten Präparaten ist offenbar die Trennung im Momente des Zusammenschnürens eingetreten. Die Trennungslinie der Media verläuft hierbei nicht

mehr quer zur Gefäßachse, sondern mit ihr. Da ferner die Durchquetschung zentrifugal erfolgt — die Berührungspunkte der Intima in der Gefäßachse als Centrum gedacht — werden die inneren Schichten der Media am weitesten der Achse entlang ins Lumen vorgeschoben, während die der Adventitia anliegenden Schichten der Ligaturstelle am nächsten zu liegen kommen.

Daß die vor der Ligatur eintretende Blutstauung irgend welchen befördernden Einfluß auf die Zerreißung der Mediaelemente hat, möchte ich auf Grund meiner Versuche behaupten. Es wurden 9 Unterbindungen mit beseitigter Vis a tergo angelegt. Dabei wurden die zusammengehörenden Ligaturen in der Hauptsache mit dem gleichen Faden und mit annähernd demselben Kraftaufwande geschnürt. In vier Fällen (1, 8, 27, 29) war der Schwund der Media an der zentralen Ligatur bedeutender, als in der peripher davon gelegenen, so z. B. bei der Arteria mediana (1. Pferd), wo die proximale Einschnürung keine Media mehr besitzt, dagegen bei der distalen dieselbe noch vollständig ihre ursprüngliche Stärke hat. Ein Fall (6) muß in dieser Hinsicht ausgeschaltet werden, da dort der chirurgische Knoten, nicht aber in der zugehörigen Ligatur 7 zur Anwendung kam. In 3 Präparaten (4, 12, 24) war der Schwund der Media gleich mit dem der distalen Ligatur. Nur einmal (22) zeigte sich die Media der proximalen Unterbindungsstelle stärker als die der distalen. Ich glaube dies auf die Verschiedenheit der dabei gebrachten Kraft zurückführen zu können. — Vergleicht man fernerhin die Fälle 1, 8, 10 mit 3, 4 oder 27 mit 24, wobei annähernd gleiche Zeiträume von der Operation bis zur Entnahme bestehen, so sieht man deutlich, daß der dünnere Faden stärker auf die Integrität der Media einzuwirken vermag. Zieht man andererseits einen Vergleich zwischen Fall 3, 4 und 22, wo gleiche Fadenstärke zur Verwendung kam, die Ligaturen jedoch verschieden lange Zeit lagen, so findet man, daß der Schwund der Media um so weiter vorwärts schreitet, je länger der schnürende Faden einwirkt. — Die histologischen Veränderungen der Media bestehen in einer gestörten Anordnung der Faserbündel. Die Muskelfasern sind teilweise auseinandergeschoben, und die Räume zwischen ihnen größtenteils mit Leukocyten angefüllt. Die Zellkerne haben z. T. ein feinkörniges Aussehen oder sind ganz geschwunden. Ein Einrollen der Media mit der Intima, wie es von von Pitha und Billroth und von Blessich

angegeben wurde, konnte ich bei keinem meiner Versuche konstatieren.

In Bezug auf die Adventitia, die in allen 30 Unterbindungen in ihrer vollen Stärke erhalten blieb, kann man sagen, daß bei ihr keine ausgesprochenen Veränderungen zutage treten. Wir finden außer einer geringen Leukocyteninfiltration und außer zuweilen auftretenden geringen Blutungen besonders den vollkommen geradlinigen Verlauf der elastischen und bindegewebigen Elemente.

Zusammenfassung.

Meine Untersuchungen bezweckten, die Wirkung des Ligaturfadens auf die Arterienwand bei Tieren zu studieren. Sie sollten speziell feststellen, ob an tierischen Arterien dieselben Veränderungen eintreten, die man in der Humanchirurgie beobachtet hat, daß nämlich die Adventitia dem Unterbindungsfaden allein Widerstand leistet, während die Media und die Intima durchschnitten werden.

Auf Grund der in den vorstehenden Kapiteln geschilderten Einzelergebnisse meiner Untersuchungen konnte ich bei Unterbindung der Arterien des Pferdes die analogen Verhältnisse konstatieren, wie sie in der Humanchirurgie bereits beschrieben sind. In Übereinstimmung mit Angaben Hertwig's stelle ich folgende Sätze auf.

1. Die Wirkung des Ligaturfadens auf die Arterienwand ist nicht unter allen Umständen die gleiche. Diese hängt vielmehr ab
   a) von der Stärke des umschnürenden Fadens an sich,
   b) von dem beim Unterbinden gebrauchten Kraftaufwande,
   c) von der durch die eintretende Blutstauung bedingten höheren Spannung der Arterienwand.

2. Die Widerstandsfähigkeit der Adventitia überwiegt diejenige der beiden inneren Gefäßhäute.

3. Der Grad der Durchschneidung der beiden inneren Häute ist proportional der beim Zusammenschnüren gebrauchten Kraft und umgekehrt proportional der Stärke des Fadens.

4. Einrollen der freien Enden der durchgequetschten Häute nach dem Gefäßlumen hin findet nicht statt.

5. Bei nur teilweiser Durchquetschung der Media tritt Schwund ihrer Elemente an der Ligaturstelle allmählich ein.

6. Die bemerkenswertesten histologischen Veränderungen an den einzelnen Gefäßhäuten sind folgende:

a) An der Adventitia finden wir außer geringer Leukocyteninfiltration und zuweilen auftretenden geringgradigen Blutungen den vollkommen geradlinigen Verlauf der elastischen Fasern.

b) Die Media ist vollständig oder nur teilweise durchquetscht. An den an der Unterbindungsstelle noch befindlichen Resten bei partieller Durchschneidung ist starker Kernschwund zu konstatieren. Außerdem finden sich zahlreiche mit Leukocyten angefüllte Risse.

c) Die Intima weicht gewöhnlich bis an den Zusammenstoß der Media zurück und erscheint dort in der Mehrzahl der Fälle etwas verdickt.

Lebenslauf.

Geboren am 6. Januar 1881 zu Cranzahl i. Erzgeb. besuchte ich, Paul Christian Uhlmann, bis 1895 die Volksschule meines Geburtsortes und dann das Realgymnasium zu Annaberg i. Erzgeb., wo ich Ostern 1904 die Reifeprüfung bestand. Seit dieser Zeit widmete ich mich dem Studium der Veterinär-Medizin an der Tierärztlichen Hochschule zu Dresden, bestand nach dem dritten Semester die naturwissenschaftliche Prüfung und erlangte im Mai 1908 die Approbation als Tierarzt. Nach kurzer praktischer Tätigkeit trat ich am 1. Oktober desselben Jahres als Einjährig-Freiwilliger in das 4. Königl. Sächs. Feldartillerie-Regiment No. 48 zu Dresden ein, wurde am 1. April 1909 zum Unterveterinär befördert und nachdem ich am 1. Oktober zur Reserve entlassen war, nahm ich die weitere Bearbeitung des vorstehenden Themas wieder auf.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Art. mediana dextra im Längsschnitt. a) Adventitia, b) Media, c) Intima.

„ 2. Art. facialis dextra im Längsschnitt bei beseitigter Vis a tergo. a) Adventitia, b) Media, c) Intima, d) Reste der Elastica interna.

„ 3. Art. facialis dextra bei bestehender Vis a tergo. a) Adventitia, b) Media, c) Intima.

„ 4. Art. labialis inf. sin. im Querschnitt. a) Adventitia, b) Media, c) Elastica interna.

Die Zeichnungen wurden von Fräulein E. Kühne in Dresden angefertigt.

Fig. 1.

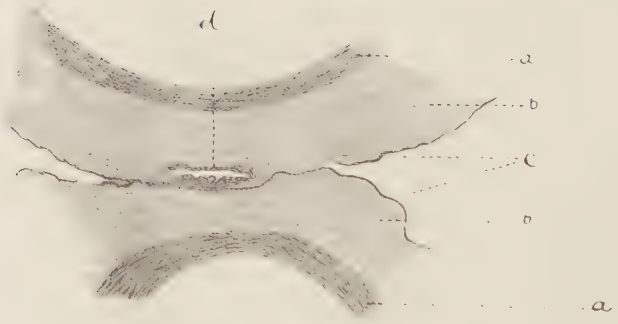

Fig. 2.

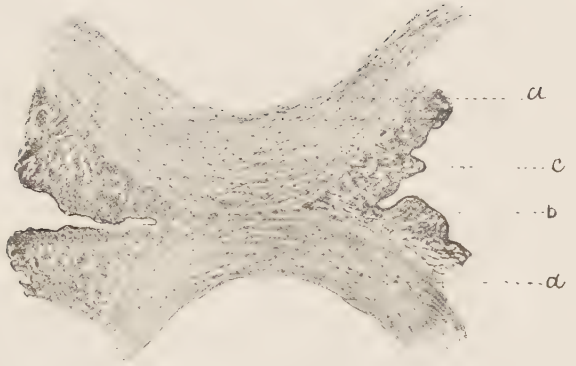

Fig. 3.

Fig. 4.